

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-12939

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和63年(1988)1月20日

G 01 N 21/59

C-7458-2G

G 01 D 5/34

E-7905-2F

G 01 N 15/06

C-7246-2G

21/41

A-7458-2G

G 02 B 6/00

B-7370-2H

6/42

7529-2H

3 0 1

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑬ 発明の名称 空間結合型センサ

⑭ 特 願 昭61-156230

⑮ 出 願 昭61(1986)7月4日

⑯ 発 明 者 茂 木 昌 春

神奈川県横浜市戸塚区田谷町1番地 住友電気工業株式会社  
横浜製作所内

⑰ 出 願 人 住友電気工業株式会社

大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地

⑱ 代 理 人 弁理士 光石 士郎

外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

空間結合型センサ

## 2. 特許請求の範囲

- (1) 発光部及び受光部を内蔵した送受光回路と、基端が前記送受光回路に備えられており前記発光部からの光を導出する送光側光ファイバと、この送光側光ファイバと並んだ状態で基端が前記送受光回路に備えられており前記受光部に対して光を導入する受光側光ファイバとからなる空間結合型センサであって、前記送光側光ファイバの先端面は、前記発光部から導出した光を前記受光側光ファイバに向けて反射させる角度に斜め研磨した研磨面に形成されており、前記受光側光ファイバの先端面は、前記送光側光ファイバの研磨面から反射されてくる光を受けて前記受光側光ファイバ内に向け反射する角度に斜め研磨した研磨面に形成したことを特徴とする空間結合型センサ。

- (2) 前記各研磨面は、前記発光部からの光が前記各研磨面で全反射する角度に研磨したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の空間結合型センサ。

- (3) 前記各研磨面に反射膜をコーティングしたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の空間結合型センサ。

## 3. 発明の詳細な説明

## &lt;産業上の利用分野&gt;

本発明は、大気中の微粒子濃度の検出、液体や気体の屈折率変化、濃度変化等の検出、光電スイッチ等の物体の有無を検出する際に用いられる空間結合型センサに関する。

## &lt;従来の技術&gt;

一方の光ファイバから出射された光を、他方の光ファイバで受光することにより両光ファイバ間の空間に存在する被測定物の変化を、光の強度、波長、位相、干渉、偏光、反射、吸収等の変化として計測する空間結合型センサは、光ファイバの応用として産業界に広く

普及している。従来、この種のセンサは、例えばコンベア上を流れる物品の有無を検出する光電スイッチ(第4図参照)や管内を流れる液体や気体の濃度を検出する濃度センサ(第5図参照)として使用されている。

つまり、第4図に示した光電スイッチは、不図示の発光部を有する送光回路からの光を導出する送光側光ファイバ1と、発光部からの光を受光部を有する受光回路3に導入する受光側光ファイバ2とを互いに向い合わせて構成されている。そして、コンベア4を流れる物品5が光ファイバ1, 2の先端間を通過する時に、光ファイバ1から光ファイバ2に入射する光を遮ることによって光の強度が変化し、物品5の有無を検出することができる。また、第5図に示した濃度センサは、発光部及び受光部を内蔵した送受光回路6に発光部からの光を導出する送光側光ファイバ7と、発光部からの光を受光部に導入する受光側光ファイバ8とが一体に備えられている。また、

光ファイバ7, 8の先端は液体又は気体が流れる管9の径方向に互いに向い合わせて配置される為に、光ファイバ7, 8の先端部は管9を跨ぐようにして湾曲状に形成されている。そして、光ファイバ7, 8の先端間を通る液体又は気体によって光ファイバ7から光ファイバ8に入射する光の強度が変化することにより、管9内を流れる液体又は気体の濃度を検出することができる。

#### < 発明が解決しようとする問題点 >

しかしながら、第4図に示した光電スイッチ等の空間結合型センサは、光ファイバ1, 2の各先端を互いに向い合わせて配置しその間に被測定物が位置する構成により、センサが大型になる欠点があった。更に、発光部を有する送光回路と受光部を有する受光回路は、それぞれ光ファイバ1, 2に別々に取付けられるので送光及び受光回路系が複雑になる欠点があった。また、第5図で示した発光部及び受光部を一体に内蔵した送受光回路6を備

えた濃度センサ等の空間結合型センサは、センサの感度や出力を上げるには光ファイバ7, 8の径を太くする必要がある。従って、光ファイバ7, 8の湾曲状の先端部は互いに向い合って配置されるので先端部の曲率半径が大きくなり、センサが大型になる欠点があった。

本発明は上記した問題点を解決する目的でなされ、小型で軽量の空間結合型センサを提供しようとするものである。

#### < 問題点を解決するための手段 >

前記問題点の解決にあたって本発明は、発光部及び受光部を内蔵した送受光回路と、基端が前記送受光回路に備えられており前記発光部からの光を導出する送光側光ファイバと、この送光側光ファイバと並んだ状態で基端が前記送受光回路に備えられており前記受光部に対して光を導入する受光側光ファイバとからなる空間結合型センサであって、前記送光側光ファイバの先端面は、前記発光部から導出した光を前記受光側光ファイバに向けて反

射させる角度に斜め研磨した研磨面に形成されており、前記受光側光ファイバの先端面は、前記送光側光ファイバの研磨面から反射されてくる光を受けて前記受光側光ファイバ内に向けて反射する角度に斜め研磨した研磨面に形成したことを特徴とする。

#### < 作 用 >

発光部からの光は、送光側光ファイバの先端の斜め研磨面で反射されて受光側光ファイバの先端の斜め研磨面に導びかれ、この斜め研磨面で再び反射されて受光部に導入される。

#### < 実施例 >

以下、本発明を図示の実施例により詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例に係る空間結合型センサを示す斜視図、第2図はその側面図である。両図に示すように、LED等の発光部及びフォトランジスタ等の受光部を内蔵した送受光回路1, 1'に、発光部からの光を導出する送光側光ファイバ1, 2と受光部に光を

導入する受光側光ファイバ13とが、間隔1で平行に備えられている。また、各光ファイバ12、13の先端面は斜め研磨した研磨面12a、13aに形成され、研磨面12a、13aは互いに斜めに向い合うように位置決めされている。そして、送受光回路11内の発光部から光ファイバ12中を伝播して来た光Aが、先端の研磨面12aで光ファイバ13の研磨面13a方向に全反射されるように研磨面12aを斜め研磨する(本実施例では研磨角は45°)。即ち、光ファイバ12のコアの屈折率 $n_1$ と研磨面12aに接している物質すなわち被測定物の屈折率 $n_2$ (ただし、 $n_1 < n_2$ )とで決定される光Aの全反射角(臨界角以上)に研磨する。つまり、スネルの式

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad \dots \dots \dots (a)$$

を満足するように斜め研磨する。ここで、 $\theta_1$ は光Aの研磨面12aでの臨界角、 $\theta_2$ は光Aの被測定物中への反射角で90°( $\sin 90^\circ$

13の研磨面12a、13aは、共に45°の角度で斜め研磨されている。

次に、上記のように構成された本発明の間結合型センサの動作について説明する。尚、本実施例は前述したように、光ファイバ12、13の研磨面12a、13aでの光Aの臨界角 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ が $\theta_1 = \theta_2 \leq 45^\circ$ (図では $\theta_1 = \theta_2 = 45^\circ$ )の場合である。

送受光回路11内の発光部より出射された光Aは、光ファイバ12内を伝播して研磨面12aに導出される。すると、研磨角45°で形成した研磨面12aで光ファイバ13の研磨面13aへ全反射される。この時、光Aはその一部が光ファイバ12、13間の被測定物中で損失し、光ファイバ13の研磨面13aに入射される。そして、研磨面13aに入射した光Aは、前記同様に研磨角45°で形成した研磨面13aで全反射し、光ファイバ13中を伝播して送受光回路11の受光部に導入され、受光部での光Aの出力を検出すること

により、(a)式は $n_1 \sin \theta_1 = n_2$ となるので臨界角 $\theta_1$ は、

$$\theta_1 = \sin^{-1} \left( \frac{n_2}{n_1} \right) \quad \dots \dots \dots (b)$$

となり、 $\theta_1 \leq 45^\circ$ (図では $\theta_1 = 45^\circ$ )の場合、研磨面12aの研磨角 $\theta_1$ は、 $\theta_1 \leq 90^\circ - \theta_2$ となるので $\theta_1 \leq 45^\circ$ (図では $\theta_1 = 45^\circ$ )となる。

そして、光ファイバ12の研磨面12aから光ファイバ13の研磨面13aに入射した光Aが研磨面13aで送受光回路11内の受光部方向に全反射されるには、前記同様に考えて(a)、(b)式より、 $\theta_2 \geq 45^\circ$ (図では $\theta_2 = 45^\circ$ )となるように斜め研磨している。即ち、光Aの研磨面13aでの臨界角 $\theta_2$ は、 $\theta_2 = \theta_1 = \sin^{-1} \left( \frac{n_2}{n_1} \right)$ となり、 $\theta_2 (= \theta_1) \leq 45^\circ$ (図では $\theta_2 = 45^\circ$ )の場合、研磨面13aの研磨角 $\theta_2$ は、 $\theta_2 \geq 90^\circ - \theta_1$ となるので $\theta_2 \geq 45^\circ$ (図では $\theta_2 = 45^\circ$ )となる。よって、各光ファイバ12、

によって光ファイバ12、13間の被測定物の濃度等を測定することができる。

第3図は本発明の他の実施例である。この実施例は、送受光回路11と送光側光ファイバ12'と受光側光ファイバ13'とが前記実施例と同様に構成されており、光ファイバ12'、13'の研磨面12a'、13a'での光Aの臨界角 $\theta_1'$ 、 $\theta_2'$ が45°以上の場合である(本実施例では臨界角 $\theta_1'$ 、 $\theta_2'$ は55°)。例えば、光ファイバ12'、13'のコアの屈折率1.6200、被測定物として水の屈折率1.3330とすると、(a)式より

$$1.6200 \cdot \sin \theta_1' = 1.3330 \cdot \sin \theta_2'$$

となる。ここで、 $\theta_1'$ は光Aの研磨面12a'での臨界角、 $\theta_2'$ は光Aの被測定物(水)中への反射角で90°( $\sin 90^\circ = 1$ )となるので、臨界角 $\theta_1'$ は

$$\theta_1' = \sin^{-1} \frac{1.3330}{1.6200} = 55^\circ \dots \dots (c)$$

になる。よって、光ファイバ12'の研磨面

12a'の研磨角 $\theta_{s'}$ は、 $\theta_{s'} \leq 90^\circ - \theta_{i'}$ となるので $\theta_{s'} \leq 35^\circ$ (図では $\theta_{s'} = 35^\circ$ )となる。そして、光ファイバ12'の研磨面12a'から光ファイバ13'の研磨面13a'に入射した光Aが研磨面13a'で送受光回路11内の受光部方向に全反射される研磨面13a'の研磨角 $\theta_{s'}$ は、前記同様に考えて図に示すように $77^\circ$ 以下となる。この際、光ファイバ13'の研磨面13a'での光Aの臨界角 $\theta_{c'}$ は前記(6)より $\theta_{c'} = \theta_{i'} = 55^\circ$ となる。

尚、送光及び受光側光ファイバの研磨面の研磨角は、前記した実施例に限定されることなく、被測定物、光ファイバ仕様(屈折率や構造)等によって最適の値に調整される。

また、送光及び受光側光ファイバの研磨面にアルミニウム蒸着等によって反射膜をコーティングすることにより、光の反射率を高めることができる。

更に、本発明に係るセンサは、送光及び受光側光ファイバの取付穴は一ヶ所で良い。

このように、本発明のセンサは、先端部を互いに向い合わせた従来のセンサに比べて出力、損失とも良好な値が得られた。また、上記した本発明のセンサの各研磨面12a、13aに、50 $\mu$ mのアルミニウム蒸着をほどこしたところ光の出力は1.2V(損失は-10dB)へ向上した。

#### < 発明の効果 >

以上実施例とともに具体的に説明したように本発明によれば、送光及び受光側光ファイバの先端部を互いに湾曲させて配置することなく、送受光回路に各光ファイバを並べた状態で配置することができる為、被測定物の測定空間の距離と各光ファイバの直径分のスペースがあれば実験することができ、センサの小型化及び軽量化を図ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る空間結合型センサを示す斜視図、第2図はその側面図、第3図は本発明の他の実施例を示す側面図、第4図～第6図

次に、第1図及び第2図で示した本発明のセンサと、第6図で示したように送受光回路11と送光側光ファイバ12'と受光側光ファイバ13'とからなり、先端部を互いに向い合わせた従来のセンサとの出力比較を行った結果、表-1で示したような値が得られた。この際、本発明のセンサと従来のセンサとも同一の光ファイバ(コア屈折率1.516、コア径1.8mm)を使用し、被測定空間は空気とその距離tは5mmとする。また、本発明の光ファイバ12、13の研磨面12a、13aの研磨角 $\theta_s$ 、 $\theta_s$ は共に $45^\circ$ 、光の臨界角 $\theta_c$ 、 $\theta_c$ は $41^\circ$ とし、従来のセンサの先端部の曲率半径R(外側)は2mmとする。更に、送受光回路11の発光部にLEDを使用し、受光部にはフォトランジスタを使用する。

< 表-1 >

	出力	損失
本発明センサ	0.6 V	-13 dB
従来センサ	0.12 V	-20 dB

はいずれも従来の空間結合型センサを示す概略図である。

図 面 中、

11は送受光回路、

12、12'は送光側光ファイバ、

13、13'は受光側光ファイバ、

12a、12a'、13a、13a'は研磨面、 $\theta_s$ 、 $\theta_{s'}$ 、 $\theta_c$ 、 $\theta_{c'}$ は研磨角である。

特 許 出 願 人

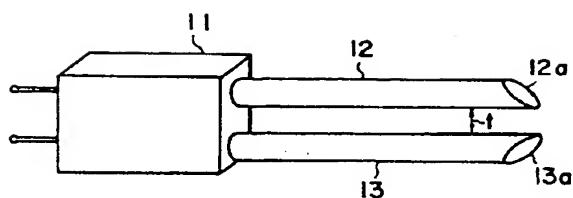
住友電気工業株式会社

代 理 人

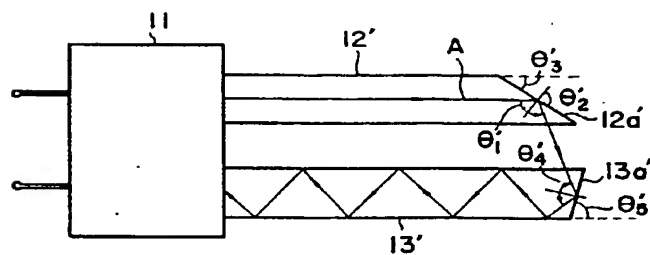
弁理士 光 石 士 郎

(他1名)

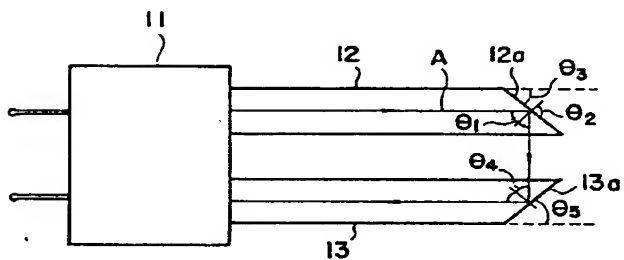
第 1 図



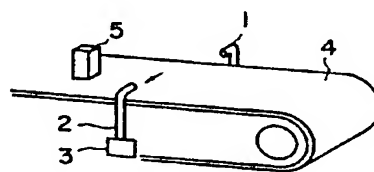
第 3 図



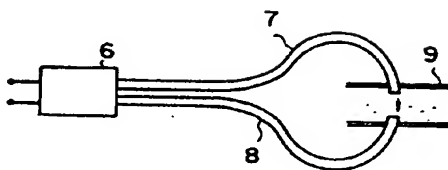
第 2 図



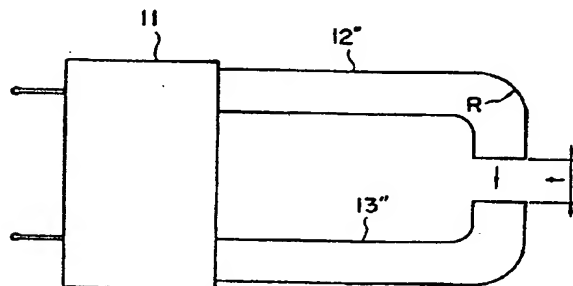
第 4 図



第 5 図



第 6 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-012939

(43)Date of publication of application : 20.01.1988

(51)Int.Cl.

G01N 21/59

G01D 5/34

G01N 15/06

G01N 21/41

G02B 6/00

G02B 6/42

(21)Application number : 61-156230

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 04.07.1986

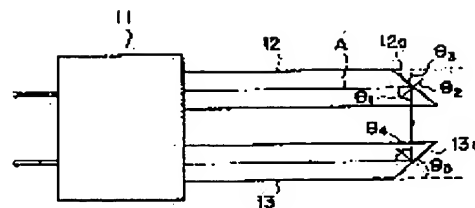
(72)Inventor : MOGI MASA HARU

## (54) SPACE COUPLING TYPE SENSOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a space coupling type sensor which is small in size and light in weight, by reflecting a light beam from a light emitting part by an oblique polished surface of the tip of a light sending side optical fiber, leading it to an oblique polished surface of the tip of a light receiving side optical fiber, reflecting it again by this oblique polishing surface, and leading it to a light receiving part.

**CONSTITUTION:** A light sending side optical fiber 12 and a light receiving side optical fiber 13 are placed in parallel. As a result, an emitted light A from a light emitting part in a light sending and receiving circuit 11 is propagated through the inside of the optical fiber 12 and led out to a polished surface 12a. Subsequently, by the polished surface 12a which is polished obliquely to an angle  $\theta_1$  for reflecting said light to the optical fiber 13, it is brought to total reflection to a polished surface of the optical fiber 13. The light beam A which is made incident on the polished surface 13a is brought to total reflection by the polished surface 13a which is polished obliquely to an angle  $\theta_4$  for reflecting it to the inside of the optical fiber 13, propagated through the inside of the optical fiber 13 and led into a light receiving part of the circuit 11. In such a way, a space coupling type sensor being small in size and light in weight, for measuring the density, etc. of an object to be measured, between the optical fibers 12, 13 by detecting an output of the light beam A by said light receiving part can be obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]